

APLICACION DE LOTUS 123 AL MANEJO DE DATOS DE RIEGO

Por RICARDO SANCHEZ

Dirección personal: Calle 19 N° 31 - 33
Teléfono 359593
Cali - Colombia

Correspondencia: Apartado Aéreo 25636
Teléfono 392345
Cali - Colombia

El presente artículo se basa en la aplicación que se ha realizado del paquete LOTUS 123 en el manejo de los datos de campo, para el cálculo de riegos. La evaluación se basa en revisar el funcionamiento de ecuaciones, datos y funciones, en este caso para el cálculo de la evapotranspiración de los cultivos por uno de los métodos más utilizados mundialmente, el método de Penman. Se entiende la evapotranspiración, como la pérdida de agua en los cultivos por evaporación energética del agua del suelo y la transpiración físico-química de las plantas. El método de Penman combina el balance de energía con los aspectos meteorológicos. El proceso de evaluación forma parte del trabajo de investigación de pregrado que permitirá simular algunos parámetros necesarios para la programación de riegos y para lo cual la evapotranspiración es indispensable.

APLICACION DE LOTUS 123 AL MANEJO DE DATOS DE RIEGO

Por Ricardo Sánchez

Este es un trabajo sencillo que se basa en una aplicación práctica, que forma parte de la tesis de grado que elaboran el autor y los doctores Alfonso Díaz y Javier Carbonell en el CIAT.

La tesis de grado mencionada se basa en un " MODELO DE SIMULACION EN COMPUTADOR PARA TENSION DE HUMEDAD DEL SUELO (THS) CON FINES DE RIEGO ".

Para este trabajo se han utilizado varias subrutinas y funciones que se integran al programa definitivo. Tales subrutinas han sido desarrolladas en la Unidad de Estudios Agroecológicos del CIAT, para uso en cálculos meteorológicos, balance hídrico y estimación de la evapotranspiración por el método de Penman. La evaluación de las subrutinas y funciones es una labor ardua y demorada, por lo tanto es mejor evaluar su parte operativa (ecuaciones) con programas de Software Comercial. Esto representa un ahorro de tiempo en la elaboración de programas aplicados ó software especializado. La utilización de tales programas no solo tiene utilidad en investigación sino que pueden usarse directamente para el manejo de riegos.

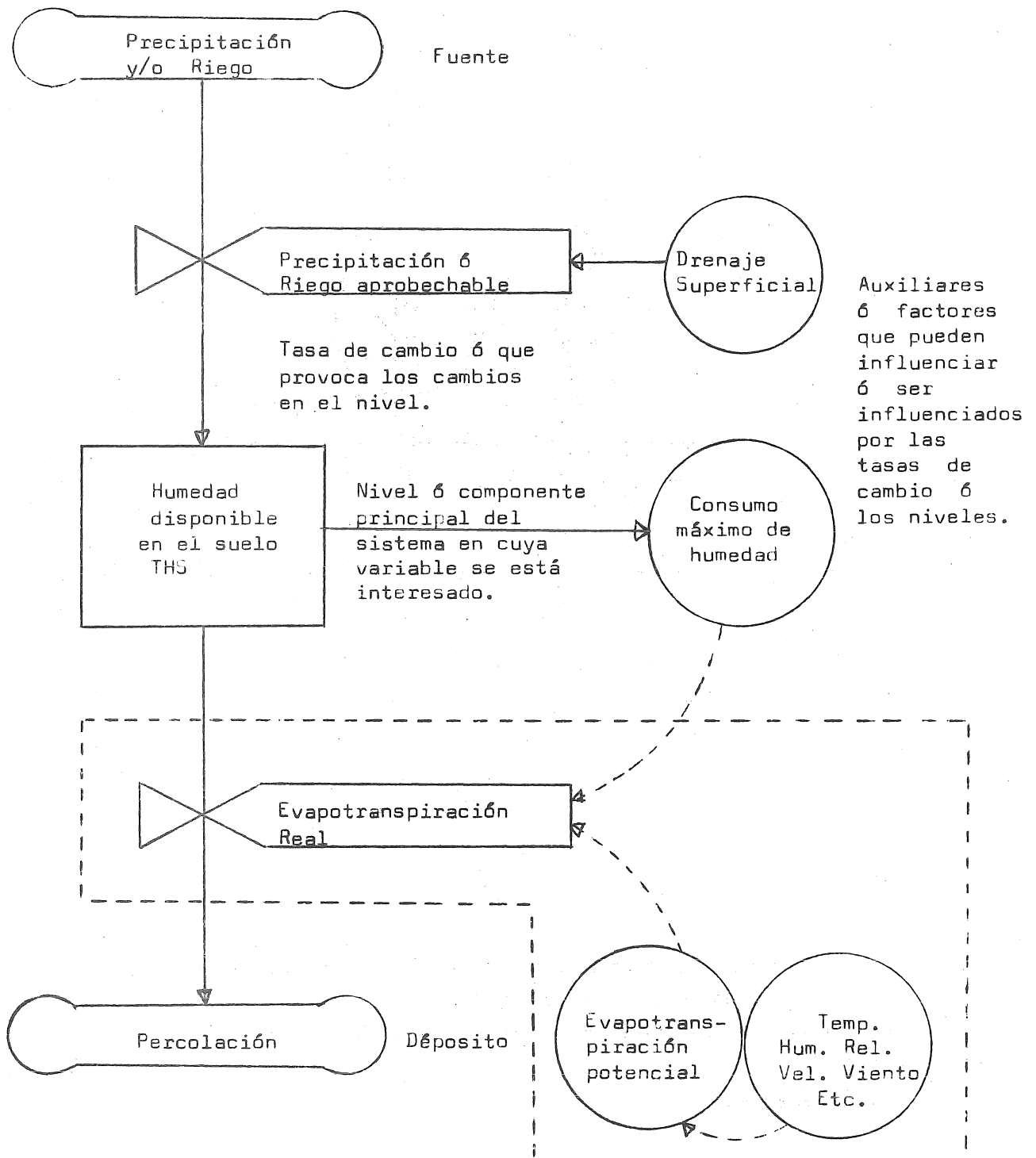
Según la metodología de Forrester (1960, 1968). El nivel en el modelo es el contenido de humedad disponible en el suelo lo que implica un valor de THS. A su vez dos tasas de cambio son la precipitación y/o riego y la evapotranspiración real. A su vez la evapotranspiración real depende de la potencial y del consumo máximo de humedad. Como se puede observar todo el modelo es un Balance Hídrico.

En este caso se usa un Balance Hídrico sencillo desarrollado como un software especializado, llamado Watbal (Método de Keig y Mcalpine, 1974) (Evap., Prec., Cap. Suelo, Coef. Cult., Disponible, Drenaje ER/EP.) ER se igualará a EP solo si la humedad de suelo es igual ó superior a la capacidad de campo ó contenido de humedad óptimo, éste concepto es la base del método propuesto por la FAO para prácticas de riego.

Esta ponencia se concentra solo en una parte del diagrama ó balance, o sea en el cálculo de la evapotranspiración potencial usando la ecuación desarrollada por Penman que combina el balance de energía con los aspectos meteorológicos.

El Software Comercial utilizado permite calcular los valores buscados a partir de datos meteorológicos y ecuaciones. Entre los programas útiles para el cálculo y evaluación se encuentra el LOTUS 123 para el cálculo del requerimiento de agua por los cultivos, utilizando la ecuación de Penman para el cálculo de la evapotranspiración. En mi caso particular se me instruyó, para el cálculo de riegos, con el uso del valor de evapotranspiración, modificado por un factor de cultivo que varía según el cultivo y la región. Así debe aplicarse en el caso de usarse como único criterio para la programación del riego. Otros métodos utilizados son el Balance Hídrico, Tensiometros, Etc.

El modelo se puede describir en forma gráfica así: Forrester(1960, 1968)



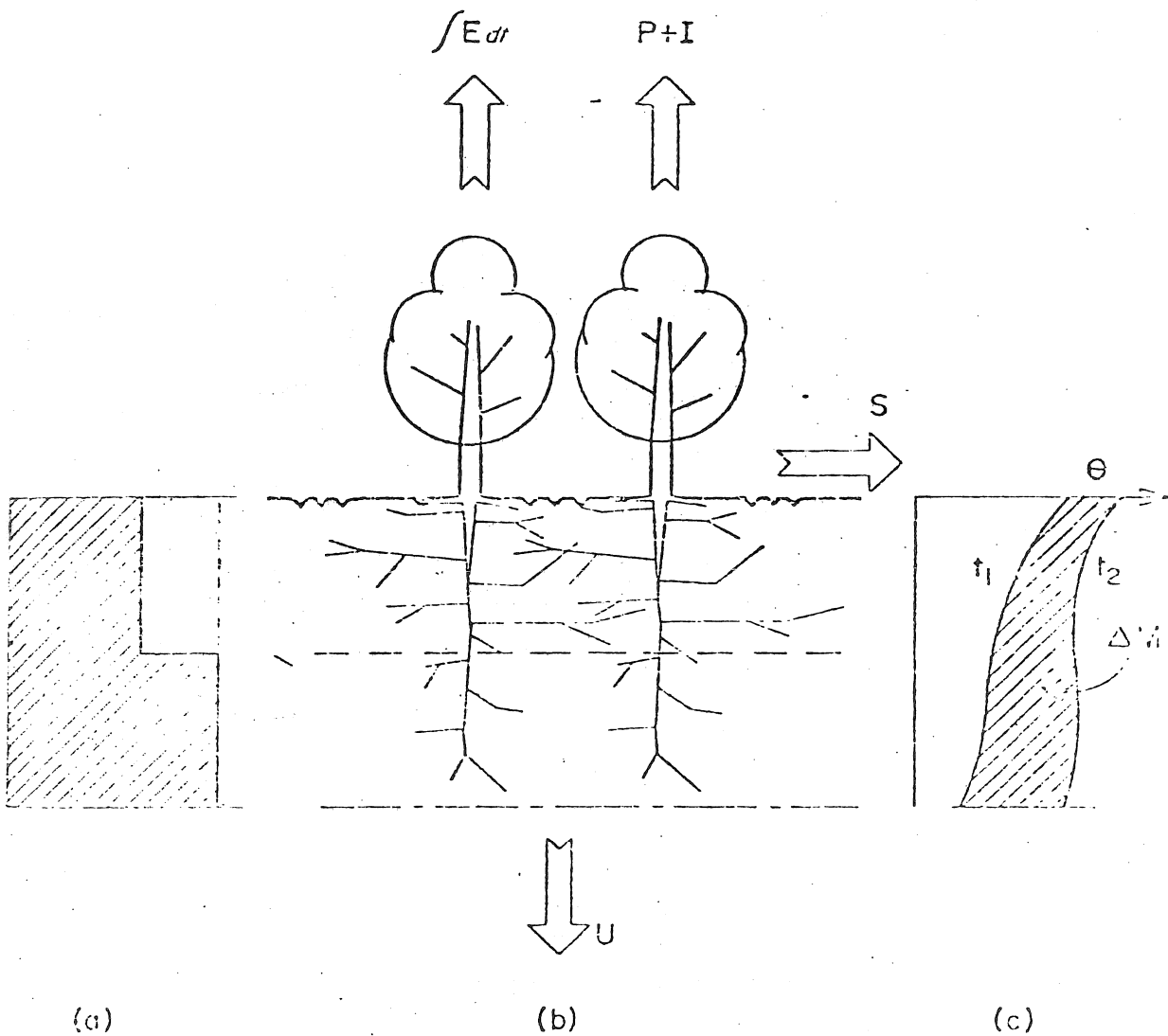


Figure 9.

- (a) Amounts of water stored in root profile in a two layer soil profile.
- (b) Water flows into and out of the root zone.
- (c) Indication of how the storage of increased water in the root zone (ΔW) can be calculated.

Forrester (1968, 1969)

SIMULACION

COMPONENTES ESENCIALES:

- Variables Exógenas ó de Entrada: Variables no controlables, por ejemplo: Datos de evapotranspiración.
- Variables Endógenas ó de Salida: Por ejemplo: Respuestas del modelo ó estimaciones de la THS a partir de las variables exógenas.
- Variables de Estado: Variables intermedias entre las exógenas y endógenas. Por ejemplo: Condiciones del suelo como temperatura, contenido de humedad, histeresis.
- Variables de Relación: Coeficientes de ecuaciones ó leyes que describen la dependencia entre las variables endógenas y las de estado.

USO DE SOFTWARE COMERCIAL Y SU APLICACION AL MANEJO DE RIEGOS

En la presente ponencia se presenta el uso de la ecuación de combinación desarrollada por Penman (Allen, 1986), con algunas modificaciones posteriores. La ecuación combina el balance de energía con los aspectos meteorológicos. El software comercial disponible, permite calcular los valores buscados, a partir de datos y ecuaciones, sin la necesidad de elaborar programas extensos y complicados.

Existen varios programas con diversas aplicaciones, que han sido usados por el autor para análisis de rendimientos y costos de proyectos agroindustriales, diseño hidráulico de canales, etc.

La Ecuación de Penman

La ecuación de Penman tiene la siguiente forma general:

$$E = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} H_0 + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} E_x$$

Donde,

E: Evapotranspiración (mm día⁻¹), pérdida de agua en forma de vapor, por el suelo y la planta.

Δ : Pendiente de la curva de, presión de vapor saturado contra temperatura (mb °K⁻¹), calculada en la temperatura media del aire. DELTA.

γ : Constante psicrométrica (mb °K⁻¹). GAMMA.

H_o : Radiación neta de onda larga y corta (mmdia^{-1} , equivalente agua).

E_x : Término aerodinámico de transporte de vapor (mmdia^{-1}).

$$H_o = (1 - \alpha) R_s - \sigma T^4 (0.34 - 0.044 (e_2)^{\frac{1}{2}}) (0.10 - 0.90 \frac{n}{N})$$

Donde,

α : Albedo superficial.

R_s : Radiación solar incidente de onda corta (mmdia^{-1} , equivalente agua).

σ : Constante de Stephan - Boltzman ($2 \cdot 10^{-9} \text{ mmdia}^{-1} \text{ } ^\circ\text{K}^{-4}$)

T : Temperatura media del aire ($^\circ\text{K}$)

n/N : Relación de horas reales a posibles, de sol.

e_2 : Presión de saturación de vapor (mb), a una altura determinada (Generalmente 2m) desde el suelo o la superficie de agua y a la temperatura del punto de rocío.

$$E_x = F(u) (e_{\text{sat}} - e_2)$$

Donde,

e_{sat} : Presión de saturación de vapor (mb), a una altura determinada desde el suelo o la superficie de agua y a la temperatura media del aire.

$F(u)$: Función de la velocidad del viento.

$$F(u) = 0.263 (1 + 0.537u)$$

Donde,

u : Velocidad del viento (ms^{-1}) a 2m de elevación.

HOJA ELECTRONICA : LOTUS 123

El LOTUS 123 es uno de los software comerciales con la mayor aplicación en los últimos tiempos. Sin embargo su versatilidad permite otras aplicaciones diferentes a las comerciales, en este caso de Ingeniería Agrícola.

Los pasos básicos para la carga y uso del programa se encuentran en el manual LOTUS 123. User's Manual (Kapor, M. y Otros, 1983).

Su funcionamiento básico es el de una hoja electrónica, base de datos y graficador.

Las características del software, que se deben tener en cuenta para su aplicación son:

1. Entrada de compartimentos (cells), copiado, fórmulas, funciones matemáticas y estadísticas.
2. Graficado de datos y resultados.
3. Funciones de base de datos: arreglos (SORT), extracción (QUERY), distribuciones y regresión.

En el primer numeral, se puede anotar la versatilidad del LOTUS 123, al permitir una identificación lo suficientemente adecuada de los compartimentos, la copia de fórmulas y otros campos en la medida que se necesiten en cualquier dirección de la hoja electrónica (ver listado de compartimentos impreso por el LOTUS 123); Por ejemplo, en el caso del campo J7, se efectúa un cálculo previo, cuyo resultado final aparece ubicado en ese campo, como dato, al igual que los datos de K7, L7, M7, N7, O7. En estos casos el LOTUS 123 procesa esta información como VALUE.

En el caso de los textos de encabezamiento de las columnas, LOTUS 123 procesa esta información como LABEL, permitiendo una serie de operaciones de organización de los textos, diferente e independiente del manejo de datos.

En el caso de las fórmulas utilizadas su sintaxis es:

$$H_0 = (1 - \alpha) R_s - \sqrt{T^4 (0.34 - 0.044 (e_2)^{\frac{1}{2}}) (0.10 + 0.90 \frac{n}{N})}$$

En LOTUS 123 se subdivide en:

$$\sqrt{T^4 (0.34 - 0.044 (e_2)^{\frac{1}{2}})}$$

$$P7: 5,67 * 0,00000001 * (J7 + 273,15)^4 * ((0,34 - 0,044 * K7^{\frac{1}{2}})) * 0,00001 * 24 * 60 * 60 \\ (0.10 + 0.90 \frac{n}{N})$$

$$R7: 0,1 + 0,9 * Q7 / \$Y\$ 3$$

El producto de estas dos subdivisiones :

$$S7: (1 - \$Z\$2) * M7 - P7 * R7$$

Aparece bajo el encabezado:

$$SS: \wedge \text{Rad. Neta.}$$

Otra ecuación utilizada es:

$$F(u) = 0.263 (1 + 0.537 u)$$

Aparece, con una conversión de unidades necesaria:

$$U7: 0,263 * ((1 + 0,537 * N7 * 1000 / 24 * 60 * 60)))$$

A partir de estos cálculos se puede obtener:

$$E_x = F(u) (e_{sat} - e_2)$$

Como,

$$T_7 = U_7 * (07/100) / K_7 * (1 - 07/100) * 24 * 60 * 60 * 0,0001$$

donde se realiza una transformación implícita en la ecuación para utilizar otros datos, alimentados al programa.

Las funciones;

$$T_7 = 2,5003 - 0,002379 * J_7$$

$$V_7 = 54055 / (((0,9308 + (10000 / Q_7^2 * (1 + 10000 / Q_7^2))) * (1051 - J_7))))$$

$$W_7 = 43,74 + (3,12 + (0,0513 + 0,00223 * J_7) * J_7) * J_7$$

fueron desarrollados por el doctor Peter Jones PhD de la Unidad de Estudios Agroecológicos del CIAT y están en proceso de evaluación en este trabajo de investigación.

Finalmente las ecuaciones:

$$\frac{\Delta}{\Delta + \gamma} H_0,$$

Se representa en

$$Z_7 = S_7 / X_7;$$

$$\frac{\gamma}{\Delta + \gamma} E_x$$

En

$$AA_7 = Y_7 / X_7 * V_7 / W_7$$

Y, finalmente,

$$E = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} H_0 + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} E_x$$

En

$$AB_7 = Z_7 + AA_7$$

Se presenta una impresión de los cuadros de resultados en el estilo sin formato (UN_FORMATTED) de la instrucción PRINT.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de software comercial en vez del especializado para agricultura, tiene como ventajas los múltiples usos que puede tener el programa, en este caso LOTUS 123.

La elaboración de programas en lenguajes de computación (BASIC, FORTRAN, ETC.) se puede evitar utilizando el software apropiado, poniendo al alcance de todos las técnicas de computación.

En el cálculo de los requerimientos de agua por los cultivos, LOTUS 123 facilita el cálculo y recálculo de las ecuaciones necesarias, un manejo adecuado de los datos y rapidez en la obtención de probables resultados; permitiendo descartar o utilizar ecuaciones y datos, después de una evaluación rápida.

REFERENCIAS

Allen, R.G. 1986. A Penman for all Seasons. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. ASCE. 112 (4) : 348 - 368.

Forrester, J.W. 1960. Principles of Systems. Cambridge, Wright - Allen.

Forrester, J.W. 1968. Industrial Dynamics. Cambridge, Mass. MIT Press.

Keig, G. y McALPINE, J.R. 1974. WATBAL: A Computer System for the Estimation and Analysis of Soil Moisture Regimes From Simple Climatic Data. 2nd ed. CSIRO, Australia.

Kapor, M.; Sachs, J. y Otros. 1983. LOTUS 123 User's Manual. Lotus Development Corporation y The CSA Press U.S.A.